



UNIVERSIDAD VERACRUZANA.
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA.
ZONA XALAPA.



LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS.
RESPONSABLE DR. OSCAR MANUEL LÓPEZ YZA.

NOMBRE: _____ MATRÍCULA: _____
E.E: _____
EQUIPO O BRIGADA: _____ Día: _____ HORA: _____
PRÁCTICA No. 5 FECHA: _____

NOMBRE DE LA PRÁCTICA:

REGULACIÓN DE VOLTAJE DE UNA LÍNEA DE TRANSMISIÓN SIMPLE

OBJETIVOS

- Observa el flujo de potencia real y reactiva en una línea de transmisión trifásica, con cargas, pasivas y conocidas.
- Observar la regulación de voltaje en el extremo receptor, como una función del tipo de carga.

EXPOSICIÓN

LINEAS DE TRANSMISIÓN

Una línea de transmisión que lleva potencia eléctrica disipa calor, debido a la resistencia de sus conductores. Por lo tanto, actúa como una resistencia que, en algunos casos, tiene muchos kilómetros de largo.

La línea de transmisión también funciona como una inductancia, debido a que cada conductor está rodeado por un campo magnético, el cual también alarga la longitud total de línea.

Por último, la línea de transmisión se comporta como un capacitor, actuando los conductores como sus placas, más o menos separadas.

La resistencia, inductancia y capacitancia distribuidas uniformemente a lo largo de una línea de transmisión extendida en el campo magnético alrededor de los conductores, lado a lado, con el campo eléctrico creado por la diferencia de potencial entre ellos. Imagine una línea de transmisión que está constituida por miles de resistores, inductores y capacitores elementales, como se muestra en la figura 1.

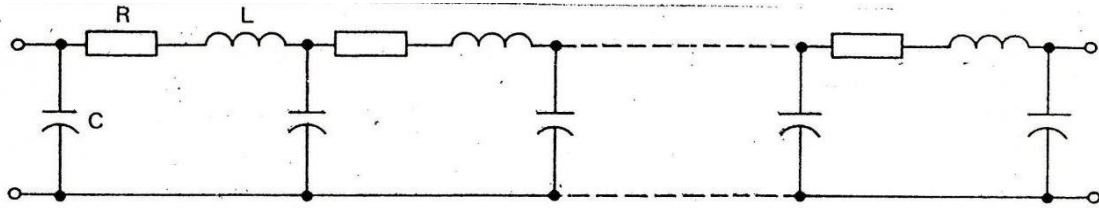


Figura 1

En el trabajo de alta frecuencia, este es precisamente el circuito que tiene que usarse para explicar el funcionamiento de una línea de transmisión. Afortunadamente a las frecuencias bajas de 50 o 60 Hz, la mayoría de las líneas se pueden simplificar de modo que abarque una inductancia, una resistencia y un capacitor (a veces dos) por cada fase. En la figura 2 se muestra un arreglo de este tipo.

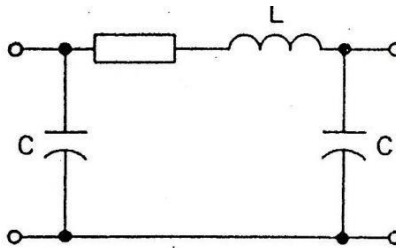


Figura 2

En la figura 2, la inductancia L es igual a la suma de las inductancias de la figura 1 y lo mismo se cumple para la resistencia R . La capacitancia C es igual a la suma parcial de los capacitores que se ven en la figura 1. La inductancia L y la capacitancia C , pueden reemplazarse por sus reactancias equivalentes X_L y X_C , como se muestra en la figura 3.

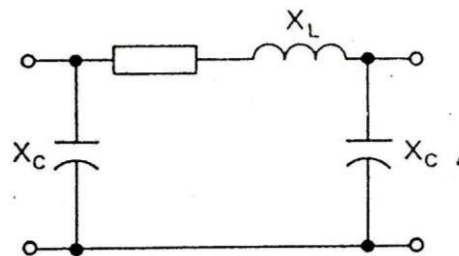


Figura 3

Los valores relativos de R , X_L , X_C dependen del tipo de línea de transmisión. Las líneas cortas, de bajo voltaje, como la de la instalación de una casa, son principalmente resistivas las reactancias inductivas y capacitivas pueden ser insignificantes (figura 4 a).

La línea de voltaje y longitud medios que operan, a 100 KV aproximadamente

y de varios kilómetros de longitud tendrán su resistencia y una reactancia capacitivas insignificantes comparada con la reactancia inductiva.

Las líneas de este tipo presentan por medio de una sola reactancia X_L , como lo muestra la figura 4 b.

Finalmente, las líneas de voltaje muy alto que recorren muchos kilómetros, tienen una reactancia inductiva y capacitiva apreciable y pueden designarse mediante un circuito similar al de la figura 4 c.

La mayoría de las líneas de transmisión representan la figura 4 b o 4 c y se logra un conocimiento amplio de su funcionamiento por medio de la inductancia sencilla de la figura.4 b. Este circuito es el que se usará en este experimento.

Como algo interesante, las líneas típicas de 60 Hz. Tienen una reactancia en serie de aproximadamente 0.8 ohm por milla por fase. La reactancia capacitiva en derivación es alrededor de 200,000 Ohms por milla (1.609 Km.)

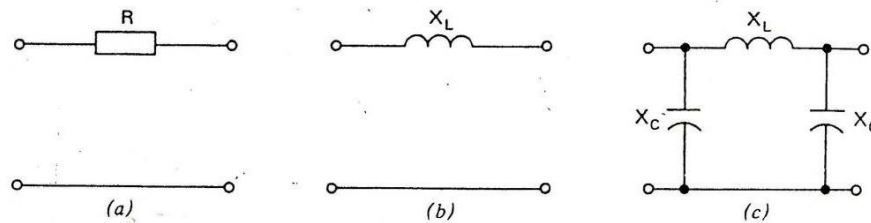


Figura 4

INSTRUMENTOS Y EQUIPO

Módulo de suministro de potencia	EMS 8821
Módulo de resistencia	EMS 8311
Módulo de inductancia	EMS 8321
Módulo de línea de transmisión trifásica	EMS 8329
Módulo de capacitancia	EMS 8331
Módulo de medición de CA	EMS 8426
Módulo de watt-vármetro trifásico (2)	EMS 8446
Conductores	EMS 9128
Módulo de motor de inducción de rotor devanado (opcional) o bien	EMS 8231
Módulo de rotor de inducción de jaula de ardilla (opcional)	EMS 8221

PROCEDIMIENTOS

**Precaución. ¡En este experimento de laboratorio se manejan altos voltajes!
¡No se haga conexión alguna con la energía encendida!**

1. Conecte los dos watt-vármetros en serie con la fuente trifásica de 208 V y aplique una carga inductiva trifásica de 300 Ω, conectada en estrella, como se muestra en la figura 5. Debe tener cuidado especial al hacer las conexiones, de manera que se aplique a los watt-vármetros la secuencia de fases adecuada.

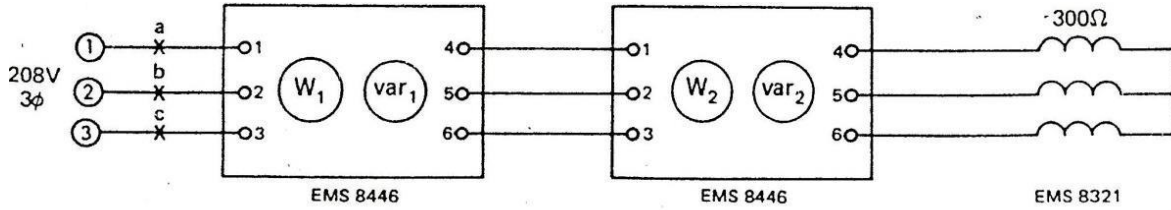


Figura 5

Si los medidores se conectan de manera correcta, los dos watt-vármetros deben dar una lectura positiva, cuando la llave de inversión de la polaridad está en la posición (+). Si la lectura es negativa, la secuencia de fases es incorrecta y se debe intercambiar dos de los conductores, ya sea a, b o c.

Nota: Aunque los dos medidores deben dar las mismas lecturas, el de la izquierda puede dar una lectura ligeramente mayor, debida a la carga que impone el medidor de la derecha.

$$\begin{array}{ll}
 W_1 = \underline{\hspace{2cm}} & W_2 = \underline{\hspace{2cm}} \\
 Var_1 = \underline{\hspace{2cm}} & Var_2 = \underline{\hspace{2cm}}
 \end{array}$$

2. Al usar la fuente de voltaje variable de c-a, conecte el circuito que se muestra en la figura 6 y ajuste la impedancia de la línea de transmisión a 120 Ohms. Conecte una carga inductiva de 300 Ohms, en estrella, y aplique la potencia. Todos los medidores deben dar una lectura positiva, si sus llaves de polaridad están en la posición de (+). Si las lecturas no son positivas, revise sus conexiones con su secuencia de fases. Ahora se procederá con el experimento, usando el circuito de la figura 6.
3. Con la línea en circuito abierto, ajuste el voltaje de la fuente, de modo que el voltaje línea a línea E1 sea de 150 Volts. (Mantenga este voltaje constante durante el resto del experimento). Mida E1, W1, var1, y E2, W2, var2 y anote los valores en la tabla 1.

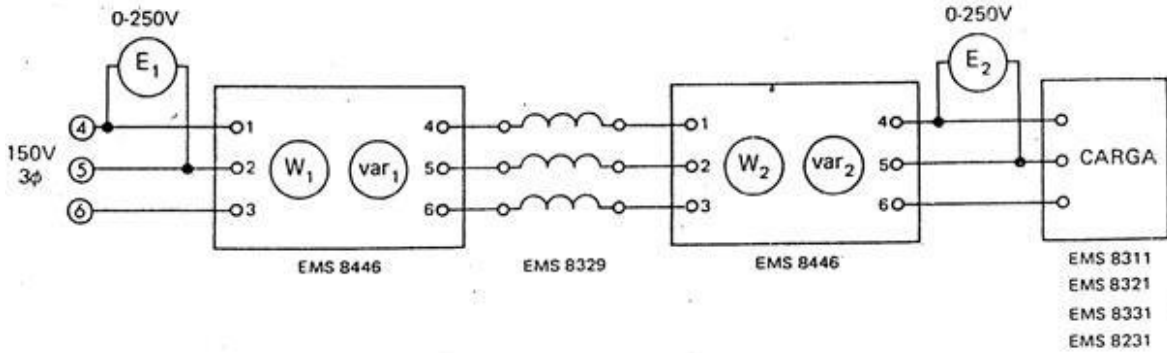


Figura 6

4. Conecte una carga inductiva trifásica de 300 Ohms por fase, tome las lecturas y anótelas en la tabla 1.
5. Aplique una carga resistiva trifásica de 300 Ohms por fase, tome las lecturas y anote los valores en la tabla 1.
6. Aplique una carga capacitiva trifásica de 300 Ohms por fase, tome las lecturas y anote los valores en la tabla 1.
7. Conecte un motor de inducción trifásico al extremo receptor de la línea, tome las lecturas y anote los valores e la tabla 1.
8. Ponga en corto circuito el extremo de la carga de la línea de transmisión, tome las lecturas y anote los valores en la tabla 1.
9. Calcule la potencia real y reactiva que absorbe la línea de transmisión, en los procedimientos 4-4, 4-5, 4-6 y anote los valores en la tabla 1.
10. Calcule la regulación de voltaje de la línea de transmisión a partir de la fórmula:

$$\% \text{ de regulación} = \frac{(E_0 - E_L)(100)}{E_L}$$

En la cual E0 es el voltaje del circuito abierto y EL es el voltaje bajo carga, ambos en el extremo de la carga (o receptor). Anote sus resultados en la tabla 1.

Experi- mento N°:	Carga	E_1 (V)	W_1 (W)	Var_1 (vars)	E_2 (V)	W_2 (W)	Var_2 (vars)	WATTS de línea	Vars de línea	Regu- lación %
4-3	Circuito abierto	150								
4-4	Induc- tancia	150								
4-5	Resisti- va	150								
4-6	Capaci- tiva	150								
4-7	Motor	150								
4-8	Corto circuito	150								

Tabla 1

PRUEBA DE CONOCIMIENTOS.

1. Se conecta una línea de transmisión trifásica que tiene una reactancia de 120 Ohms por fase, a una carga conectada en estrella, cuya resistencia es de 160 Ohms por fase. Si el voltaje de la fuente es 70 KV línea a línea, calcular:

a) El voltaje línea a neutro por fase _____

b) La corriente de línea por fase _____

c) La potencia real y reactiva suministrada a la carga _____

d) La potencia real y reactiva que absorbe la línea _____

e) El voltaje línea a línea en la carga _____

f) La caída de voltaje por fase en la línea _____

g) La potencia total aparente suministrada por la fuente _____

h) La potencia total, real y activa, suministrada por la fuente _____

2. Una línea de transmisión, que tiene 500 kilómetros de longitud, tiene una reactancia de 240 Ohms por fase y una capacitancia línea neutro de 600 Ohms por fase. Su circuito equivalente por fase puede ser aproximado mediante el circuito que se muestra en la figura 7. Si el voltaje línea a línea en el extremo transmisor T es de 330 KV, ¿Cuál es el voltaje línea a línea en el extremo receptor R, cuando está desconectada la carga?

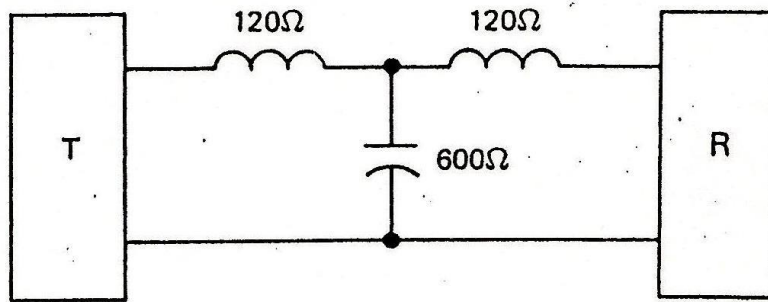


Figura 7

Calcular la potencia reactiva de la fuente en Kvar. ¿Esta potencia es suministrada, o absorbida, por la fuente?

Tomado del libro:
 WILDI, THEODORE Y VITOR MICHAELJ., **EXPERIMENTOS CON EQUIPO ELÉCTRICO**
 LIMUSA, 6ta REIMPRESION, MÉXICO, 1987